

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-117147

(43)Date of publication of application : 21.05.1988

(51)Int.Cl.

F02D 41/32
F02M 37/08

(21)Application number : 61-259612

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 01.11.1986

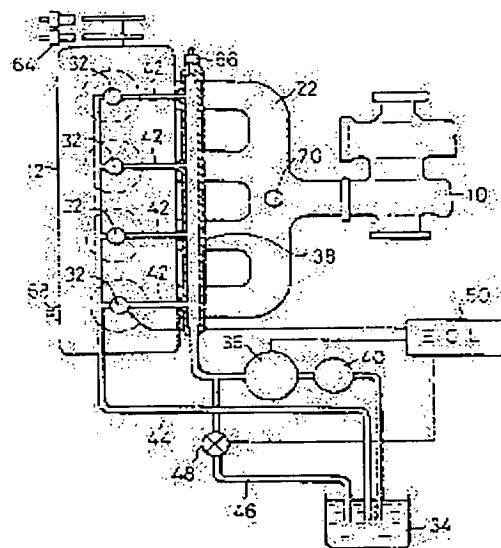
(72)Inventor : MITSUYASU MASAKI

(54) FUEL INJECTION CONTROLLER FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PURPOSE: To ensure the optimal combustion at all times and to reduce the pump drive loss, by controlling the delivery of a variable capacity fuel pump such that the fuel pressure corresponds to a target level, while coupling a fuel overflow path to an accumulator and arranging a solenoid valve.

CONSTITUTION: A variable capacity fuel pump 36 and a fuel accumulator 38 are arranged between a fuel tank 34 and a fuel injection valve 32. Then the fuel accumulator 38 and a fuel tank 34 are coupled and a fuel overflow pipe 46 is provided, and a solenoid valve 48 is arranged in the way of said fuel overflow pipe 46. The fuel injection valve 32, the variable capacity fuel pump 36 and the solenoid 48 are controlled by a controller 50. Consequently, optimal combustion can be ensured and drive loss of pump can be reduced.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-117147

⑬ Int. Cl.⁴

F 02 D 41/32
F 02 M 37/08

識別記号

庁内整理番号

A-8011-3G
B-6718-3G

⑭ 公開 昭和63年(1988)5月21日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全9頁)

⑮ 発明の名称 内燃機関の燃料噴射制御装置

⑯ 特 願 昭61-259612

⑰ 出 願 昭61(1986)11月1日

⑱ 発 明 者 光 安 正 記 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
⑲ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
⑳ 代 理 人 弁理士 青 木 朗 外5名

明 細 書

1. 発明の名称

内燃機関の燃料噴射制御装置

2. 特許請求の範囲

燃料タンクと燃料噴射弁との間に可変容量燃料ポンプと該可変容量燃料ポンプから供給された燃料を保持するための一定の容積の燃料蓄圧器とを配置し、且つ機関作動状態に応じて目標燃料圧を定める手段と前記蓄圧器の燃料の圧力を検出する圧力センサとを設けて検出された燃料圧が目標燃料圧に対応するように前記可変容量燃料ポンプの吐出量を制御するとともに、前記蓄圧器に燃料液流通路を連結してそこに電磁弁を配置し、検出された燃料圧が目標燃料圧よりも所定値以上大きくなったときに、前記可変容量燃料ポンプの吐出量を最低にするとともに前記電磁弁を開くようにしたことを特徴とする内燃機関の燃料噴射制御装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は内燃機関の燃料噴射制御装置に関する。

〔従来の技術〕

ディーゼルエンジンの燃料噴射装置は従来から燃料噴射ポンプと燃料噴射弁とを含み、燃料噴射ポンプが所定のタイミングで燃料を加圧して特定のデリバリポートから供給し、そのデリバリポートに連結された燃料噴射弁がその燃料の圧力で自動的に開弁して機関シリンダに燃料を高圧で噴射するようになっている。このように従来の燃料噴射装置は燃料噴射装置が燃料の加圧と燃料噴射時期の双方の作用を行うものであった。燃料噴射量や燃料噴射時期は燃料噴射ポンプの機械的な作動により制御されていたために、燃料噴射量や燃料噴射時期を機関作動状態に応じて細かく変化させるような精密な制御ができず、必ずしも満足できる装置とは言えなかった。

これを改善するためにコモンレールシステムと呼ばれる燃料噴射装置が提案されている。このような燃料噴射装置は例えば特開昭57-68582号公報に記載されている。この燃料噴射装置では、燃料ポンプが燃料を高圧で供給するだけの機能を有し、

この燃料ポンプから供給された高圧燃料は蓄圧器に保持され、この蓄圧器から各燃料噴射弁に分配されるようにしたものである。そして、蓄圧器と各燃料噴射弁との間に回転式制御弁が配置され、これが燃料噴射時期を制御するようになっている。また、燃料噴射ポンプはコントロールラックを備えた可変容量式のものであり、蓄圧器内の燃料の圧力が機関作動状態に応じて定められた目標燃料圧になるように吐出量を調節されるようになっている。蓄圧器内の燃料の圧力を目標燃料圧にフィードバック制御するために、蓄圧器には圧力センサが取り付けられている。このような装置によって、燃料噴射圧や燃料噴射時期等が最適に制御でき、燃費や騒音の低下を達成できるようになっている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上記公報に記載されているように可変容量式の燃料ポンプを用いて燃料を供給すれば蓄圧器内の燃料の圧力を自在に制御でき、機関高負荷時には

料が噴射されることを意味し、スモークの発生等の原因になり、是非解決しなければならない問題である。

〔問題点を解決するための手段〕

上記問題点を解決するために、本発明による内燃機関の燃料噴射制御装置は、燃料タンクと燃料噴射弁との間に可変容量燃料ポンプと該可変容量燃料ポンプから供給された燃料を保持するための一定の容積の燃料蓄圧器とを配置し、且つ機関作動状態に応じて目標燃料圧を定める手段と前記蓄圧器の燃料の圧力を検出する圧力センサとを設けて検出された燃料圧が目標燃料圧に対応するように前記可変容量燃料ポンプの吐出量を制御するとともに、前記蓄圧器に燃料溢流通路を連結してそこに電磁弁を配置し、検出された燃料圧が目標燃料圧よりも所定値以上大きくなったときに、前記可変容量燃料ポンプの吐出量を最低にするとともに前記電磁弁を開くようにしたことを特徴とするものである。

短時間のうちに高圧で多量の燃料を噴射し、低負荷時には長い時間をかけて少量の燃料を少量ずつ噴射することができる。このように燃料ポンプの吐出量を制御することによって燃料噴射圧を制御することは、所望の燃料噴射パターンを得ることができるばかりでなく、機関低負荷時にはロスなく燃料ポンプ自体の負荷をも低下することができるので、かなり有利である。しかしながら、このような装置には機関運転の過渡時に問題があった。例えば、加速時には、燃料は低圧状態から高圧状態に移行しながら供給されなければならないが、このときに燃料ポンプの吐出量が実際に燃料噴射弁で消費される燃料量に追従できず、高圧状態になるのに遅れを生じる。また、逆に急減速時には、燃料は高圧状態から低圧状態に移行されなければならないが、このときには燃料の消費が少ないので減圧に遅れを生じる。自動車の走行ではかなりの部分が過渡状態を占めるため、燃料の圧力が目標値から外れる割合がおおくなる。これらのうちで、減速時の燃料の減圧の遅れは、過剰の燃

〔実施例〕

第1図は過給機10を備えたディーゼル機関本体12を示し、機関本体12は第2図に示されるように公知のようにシリンダブロック14とシリンダヘッド16により形成されたシリンダにピストン18が挿入されているものである。燃焼室20はピストン18の頂面に形成されたキャビティにより形成されている。過給機10には吸気マニホールド22が連結され、その各枝管がシリンダヘッド16の吸気ポート24に連通される。吸気ポート24には吸気弁26が配置され、一方、排気ポート28には排気弁30が配置される。ディーゼル機関では、燃料噴射弁32が燃焼室20に直接向くようにシリンダヘッド16に取りつけられる。

第1図に示されるように、燃料タンク34と燃料噴射弁32との間には、可変容量燃料ポンプ36と、この可変容量燃料ポンプ36から供給された燃料を保持するための一定の容積の燃料蓄圧器38とが配置される。尚、実施例においては可

変容量燃料ポンプ36の手前にフィードポンプ40が配置されている。燃料蓄圧器38は各燃料噴射弁32に対して共通であり、パイプ42によってそれぞれに連結されている。各燃料噴射弁32からはリターンパイプ44が燃料タンク34に延びる。さらに、燃料蓄圧器38と燃料タンク34とを連結して燃料溢流パイプ46が設けられ、この燃料溢流パイプ46の途中には電磁弁48が配置される。

燃料噴射弁32、可変容量燃料ポンプ36、及び電磁弁48は制御装置(ECU)50により制御される。制御装置50はマイクロコンピュータとして構成され、第3図に示されるように、演算と制御の機能を有する中央処理装置(CPU)52と、プログラムを記憶させたリードオンリメモリ(ROM)54と、データを記憶させるランダムアクセスメモリ(RAM)56とを備え、これらはバス58によって相互に接続されるとともに、入出力インターフェース60を介して、各センサからの検出値が入力されるとともに、燃料噴射弁32、可変容量燃料ポ

ンプ36、及び電磁弁48に制御信号が出力される。機関の作動状態を検出するセンサは、機関の負荷を検出するためにアクセルペダルの開度を検出する負荷センサ62、クランクシャフトの回転数を検出する回転数センサ64、及び燃料蓄圧器38内の燃料の圧力を検出する圧力センサ66が特に重要である。その他のセンサ、例えば、水温センサ68や過給圧センサ70を設けることもできる。

第4図は燃料噴射弁32の詳細図である。燃料噴射弁32は弁本体72とノズル本体74とを有し、これらはノズルホルダ76によって一体化される。ノズル本体74にはニードル弁78が挿入され、先端の噴口80を開閉可能になっている。弁本体72の上端部には燃料入口82が形成され、この燃料入口82は弁本体72の中心を通るボア84に通じるとともに、ボア84と平行に延びる燃料通路86に通じている。燃料通路86はノズル本体74の環状燃料溜まり86aに通じ、そこでニードル弁78のテーバー部78aに作用してニードル弁78を持ち上げる力を及ぼすと同時に先端の噴口80にも通じるようになっている。また、ニードル弁78の頂部にはプレッシャピン88が当接し、プレッシャピン88はスプリング90によってニードル弁78が閉弁する方向に付勢されている。

弁本体72の中心を通るボア84には制御ロッド92が挿入され、制御ロッド92はその上方から供給された燃料の圧力を受けるとともに、その下端がプレッシャピン88に当接している。従って、ニードル弁78は、その上方から供給された燃料の圧力とスプリング90の圧力とによる下向き力を受け、その下方からはテーバー78aに作用する燃料の圧力による上向き力を受けるが、下向き力の方が大きいので、ニードル弁78は通常は閉弁している。ニードル弁78が開弁するのは制御ロッド92を介して伝えられる下向きの燃料の圧力がなくなったときである。このために、弁本体72にはボア84と直交する通路94が設けられ、この通路94で発生した圧力が制御ロッド

92のテーバー部92aに作用するようになっている。さらに、この通路94の延長としてシリンダボア96が形成され、このシリンダボア96には制御ピストン98が配置される。制御ピストン98の後方にはアクチュエータケース100が取り付けられ、その中には積層体からなるピエゾアクチュエータ102が挿入されている。ピエゾアクチュエータ102は電歪素子からなり、供給された電圧に比例したひずみを生ずるものである。従って、ピエゾアクチュエータ102に電圧を供給することによってそれが伸長し、よって制御ピストン98を押して通路94の体積を圧縮し、よって制御ロッド92を持上げる圧力を生成する。ピエゾアクチュエータ102の供給電圧がなくなるとそれが縮退し、リターンスプリング104によって元の位置に戻される。従って、ピエゾアクチュエータ102に電圧を供給することによってニードル弁78が開弁して燃料噴射が行われ、ピエゾアクチュエータ102の電圧供給を停止することによって燃料噴射が終了する。尚、燃料噴射弁32の燃料入口

82には、燃料ポンプ36から供給され、燃料蓄圧器38内に保持されていた高压の燃料が常時供給されている。また、通路94にはボア84及び環状燃料溜まり86aの燃料のリークがあり、よって通路94には常時燃料が充填されている。また、制御ピストン98には、第5図に示されるように、その前後を貫通する小孔108が設けられ、燃料がアクチュエータケース100内に流入してピエゾアクチュエータ102を冷却することができるようになっている。小孔108の前端には逆止弁108が配置され、制御ピストン98の前方加圧ストロークでのリークを防止している。

第6図はラジアルプランジ・ポンプにより構成した可変容量燃料ポンプ36の詳細な一例を示す図である。この可変容量燃料ポンプ36はポンプケーシング110と、ポンプケーシング110に固定された中心軸112と、固定中心軸112の周りで回転可能なロータ114と、ロータ114に放射状に且つ摺動可能に支持された複数のプランジ・116と、プランジ・116の先端に取りつけられたシュー

116aと、シュー116aを内接させるリング118と、リング118をベアリング119により回転可能に支持するステータ120とから構成される。ステータ120は1本のピボットピン122によって旋回可能に支持されており、直径方向対向部にはアーム124を有している。このアーム124は制御レバー126の傾斜溝128に挿入されており、制御レバー126を軸線方向に駆動することによって、ステータ120がピボットピン122のまわりで旋回するようになる。これは、ロータ114の軸線とステータ120の軸線との偏心の程度が変化することを意味し、それによってポンプの容量が変化せしめられる。即ち、ポンプ作用は、プランジ・116の内端部に形成されるポンプ作動空間130をプランジ・116が圧縮することによって行われ、前述したロータ114の軸線とステータ120の軸線との偏心の程度の変化は同ポンプ作動空間130の有効容積を変化させることになるからである。このように、制御レバー126によって容量制御が可能である。尚、この作動空間130は固定中心軸112の直径方

向で対向するように軸線方向に延びる吸入ポート132と吐出ポート134に交互に出会うようになっている。

第7図はアキシアルプランジ・ポンプにより構成した可変容量燃料ポンプ36の一例を示す図である。これは回転可能なシリンダブロック136内に円周上に配置されたピストン138と、シリンダブロック136の端部を閉じるように配置された固定の弁板140と、シリンダブロック136の軸線に対して傾斜した斜板142とからなり、弁板140には半円周ずつの吸入及び吐出溝(図示せず)が設けられたものである。斜板142の傾斜角度は制御レバー144により変えられることができ、それによって容量制御ができる。そして、制御レバー126、または144はステップモータ等の適切なアクチュエータによって電氣的に制御されることができる。

このように、本発明においては、燃料噴射弁32、燃料ポンプ36、及び電磁弁48が電氣的に制御可能であり、その制御は第3図に示したコ

ンピュータ制御装置50によって実行されるものである。第8図は燃料噴射弁32の制御のためのフローチャートであり、ステップ150において、機関負荷及び回転数に基づいて燃料噴射量の計算を行う。燃料噴射量(T)は第9図に示されるようにマップとしてROM54内に記憶しておくことができる。次にステップ151において、燃料噴射開始時期の計算を行う。次いでステップ152において、計算された燃料噴射量と燃料蓄圧器38内の圧力に応じた燃料噴射期間を計算する。この燃料噴射期間も燃料噴射量と圧力との関数として記憶されている。この燃料噴射期間は機関作動条件が同じであれば燃料の圧力が高いほど短くなる。かくして、ステップ153において、燃料噴射開始時期と噴射期間とから噴射終了時期を計算する。前述したように、ステップ151において計算された燃料噴射開始時期がくると燃料噴射弁32のピエゾアクチュエータ102に通電され、ステップ153において計算された噴射終了時期がくると通電が停止される。尚、燃料噴射時期の計算に際しては

水温等による補正を行うことができる。

第11図は燃料の圧力を制御するための燃料ポンプ36及び電磁弁48の制御フローチャートである。ステップ160において機関作動状態をあらわす機関回転数 N_e 、機関負荷 Q 、及び燃料蓄圧器38の燃料の圧力 P_s を読む。燃料蓄圧器38の燃料の圧力 P_s は圧力センサ66によって検出されたものであり、以後これを実圧力 P_s と呼ぶ。次に、ステップ162、163において燃料ポンプ36の基本容量制御値 R 、及び目標燃料圧 P をそれぞれ機関回転数 N_e 及び機関負荷 Q の関数として計算する。これらは例えば第10図に示すようにマップとしてROM54に記憶しておくことができる。続いてステップ163において、目標圧力 P と実圧力 P_s の差圧 ΔP を計算する。さらにステップ164において、差圧 ΔP の絶対値が第1の所定値 k_1 よりも大きいかどうかを判定する。

ここで、第12図を参照して燃料の圧力の変化について説明する。第10図は時間 a から d の間で加速があり、時間 d から e の間定常走行を行い、

ΔP が正かどうかを判定する。これは加速中か減速中かを判定するものである。イエスであれば加速中と判定してステップ170に進み、燃料ポンプ36の容量制御値 R を機関作動状態に係わらず最大値 R_{max} にする。このときにはステップ178を通過して電磁弁48を閉じたままにする。従って、加速中には、第12図に示されるようにポンプ吐出量を最大にして燃料の上昇遅れを瞬時のうちに回復する。

ステップ167でノーのときには減速中と判断してステップ168へ進み、燃料ポンプ36の容量制御値 R を0にする。これによって燃料の供給が行われなくなるが、このときには燃料の消費が非常に少ないので燃料蓄圧器38内の燃料の圧力は容易に低下しない。因みに、燃料蓄圧器38内の燃料の圧力は機関作動状態に応じて例えば200~800 kg/cm²の範囲で制御され、減速時に800 kg/cm²から200 kg/cm²に低下させることを考えれば、燃料ポンプ36からの燃料供給を停止しても直ぐには圧力が低下しないことが分かるであろう。そのた

時間 e から h の間で減速があると仮定して示されている。目標圧力 P は破線で示され、実圧力(検出圧力) P_s は実線で示されている。加速に伴い、燃料の圧力は上昇するように制御され、減速に伴って低下するように制御される。最初に述べたように、加速時には多量の燃料が消費されるので、目標圧力 P に対して実圧力(検出圧力) P_s の上昇は遅れる傾向がある。逆に、減速時には燃料がなかなか消費されないので実圧力(検出圧力) P_s の低下が遅れる傾向がある。このようにして、第1の所定値 k_1 は燃料の上昇の遅れ、または燃料の低下の遅れを検出するためのパラメータとして使用されるものである。

第11図に戻って、ステップ164の判定がイエスであればステップ165に進み、ノーであればステップ171に進む。ステップ165はステップ164の判定がイエスなので過渡状態であると判断して、フラグ1をセットする。続いてステップ166において燃料ポンプ36のフィードバック補正値 ΔR を0にする。さらにステップ167において、差圧

めに応答遅れが生じることになる。本発明においては、差圧 ΔP が第1の所定値 k_1 よりも大きくなったときには、燃料ポンプ36の燃料供給を停止するとともに、ステップ169に進んで電磁弁48を開くようにしている。電磁弁48を開くことによって、燃料蓄圧器38内の燃料が燃料噴射弁32で消費されるのと平行して燃料タンク34に放出されることになり、燃料蓄圧器38内の燃料の圧力を急激に低下させることができる。本発明において重要なことは、電磁弁48の開放が燃料ポンプ36の吐出量を最低にしても尚燃料の圧力低下が遅れるときに限られるということである。もし、電磁弁48がその他の条件でも適当にオンオフされると、これは燃料ポンプ36で汲み上げた燃料を洩らすことになるので燃料ポンプ駆動のロスを招くことになり、好ましくない。

加速中に燃料ポンプ36の吐出量を最大にし、或いは減速中に燃料ポンプ36の吐出量を0にして電磁弁48を開放した状態でコンピュータのサイクルが何回かまわると、やがて遅れがなくなっ

て目標圧力 P と実圧力 P_a の差圧 ΔP が小さくなり、ステップ164の判定がノーになるであろう。このときにはステップ171を通り、フラグ f がセットされているかどうかを判定する。今説明した状態ではステップ165でフラグ f がセットされたままなので、ステップ171の判定はイエスである。かくしてステップ172に進み、差圧 ΔP の絶対値が第2の所定値 k よりも大きいかどうかを判定する。この第2の所定値 k は第12図から分かるように上述した過渡状態の判定を解除する基準として使用され、差圧 ΔP の絶対値が第2の所定値 k よりも大きい間はステップ165以下に進んで前記制御を続け、差圧 ΔP の絶対値が第2の所定値 k よりも初めて小さくなったときにステップ173に進んでフラグ f をリセットする。次のステップ171の判定はノーであり、ステップ173の後と同様にステップ174に進む。フラグ f がリセットされたことは機関が定常運転に入ったことを意味し、このときには燃料の圧力はステップ162で計算した目標圧力 P となるようにフィード

バック制御が行われる。このために、ステップ174においてフィードバック補正量 $\Delta R = \Delta R + k$ の計算を行う。次にステップ175において差圧 ΔP が正かどうかを判定する。イエスであればステップ176に進んで、燃料ポンプ36の容量制御値 R を、ステップ161で計算した基本容量制御値 R_b にステップ174で計算したフィードバック補正量 ΔR を加えることによって求める。最後にステップ178を通り、電磁弁48を閉に維持する。ステップ175でノーであれば、ステップ177に進んで、燃料ポンプ36の容量制御値 R を、ステップ161で計算した基本容量制御値 R_b からステップ174で計算したフィードバック補正量 ΔR を引くことによって求める。このようにして、燃料蓄圧器38の燃料の圧力を目標圧力になるようにする。

第13図は電磁弁48の制御の別の例を示している。第11図及び第12図の例では電磁弁48は時点 f で開放され、時点 g で閉弁され、燃料ポンプ48は時点 g からフィードバック制御されて

いた。第13図においても、電磁弁48は差圧 ΔP が大きい時点 f で全開され、時点 g で閉弁されることは同様であるが、実圧力 P_a が目標圧力 P に近づいた時点 g （これは必ずしも第12図の時点 g と同じである必要はない）でデューティ制御に切換えられ、オーバーシュートやアンダーシュートを少なくしてその後のフィードバック制御に支障なく接続できるようにしたものである。このデューティ制御においては、デューティ比を差圧 ΔP に応じて変えることができ、また同じ差圧 ΔP に対しても圧力のレベルに応じて変えるようにすることができる。

（発明の効果）

以上説明したように、本発明によれば、減速時のように目標燃料圧力が急激に低下した場合であっても実際の燃料圧力を速やかに目標燃料圧力に追従させることができ、常時最適な燃焼を確保することができる。また、燃料ポンプの吐出量を必要ないときにカットできるためにポンプ駆動損失

を低減することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による内燃機関の燃料噴射制御装置の構成図、第2図は第1図の内燃機関の垂直断面図、第3図は制御装置の構成図、第4図は燃料噴射弁を示す断面図、第5図は第4図の制御ピストンの拡大図、第6図は可変容量燃料ポンプの一例を示す図、第7図は可変容量燃料ポンプの他の例を示す図、第8図は燃料噴射弁の制御のフローチャート、第9図は燃料噴射量を計算するためのマップを示す図、第10図は目標燃料圧力を計算するためのマップを示す図、第11図は燃料の圧力制御のためのフローチャート、第12図は第11図のフローチャートの作用を説明するためのタイミングチャート、第13図は電磁弁の別の作用を説明する図である。

- 1 2 … 機関本体、 2 2 … 吸気マニホールド、
- 3 2 … 燃料噴射弁、 3 4 … 燃料タンク、
- 3 6 … 燃料ポンプ、 3 8 … 燃料蓄圧器、
- 4 6 … 燃料溢流パイプ、

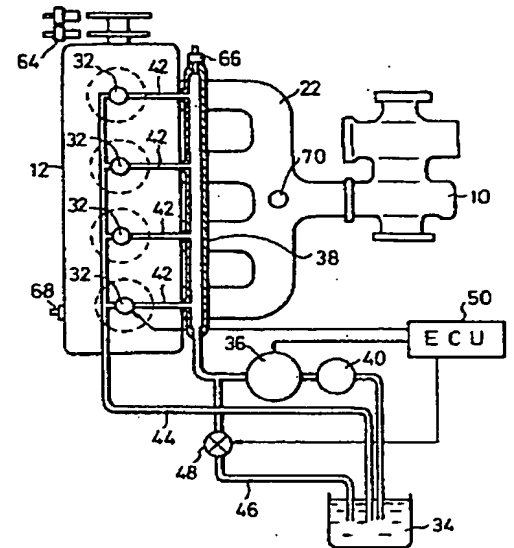
48…電磁弁。

特許出願人

トヨタ自動車株式会社

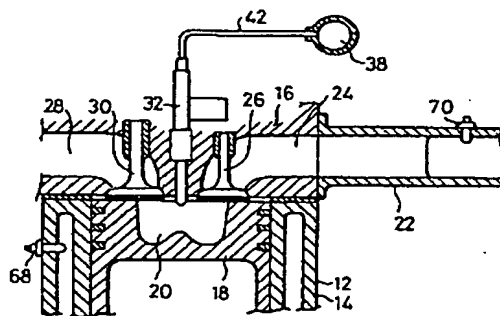
特許出願代理人

弁理士 青 木 朗
 弁理士 西 館 和 之
 弁理士 石 田 敬
 弁理士 中 山 恭 介
 弁理士 山 口 昭 之
 弁理士 西 山 雅 也

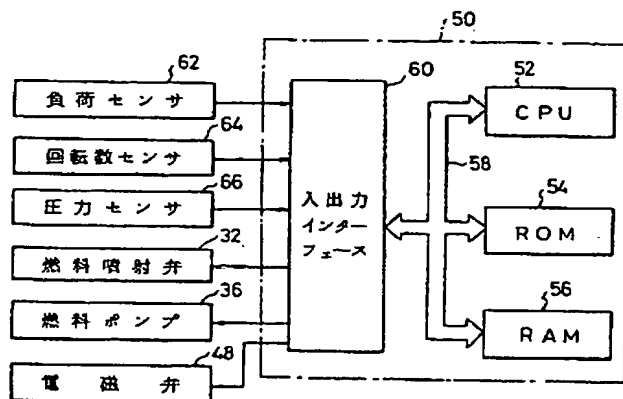


第1図

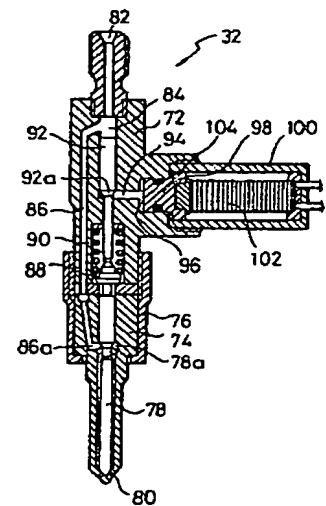
- 22…吸気マニホールド
- 32…燃料噴射弁
- 34…燃料タンク
- 36…燃料ポンプ
- 38…燃料蓄圧器
- 46…燃料溢流パイプ
- 48…電磁弁



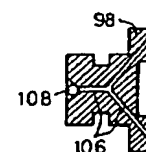
第2図



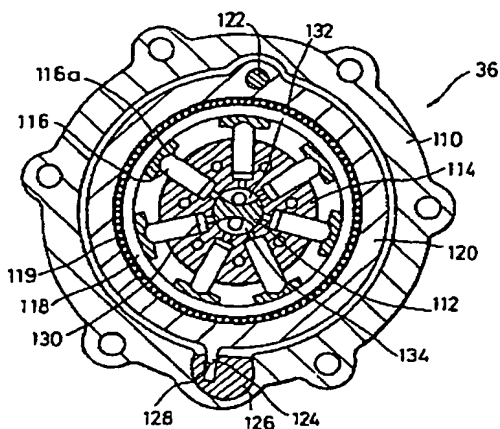
第3図



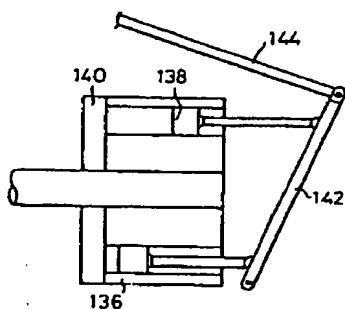
第4図



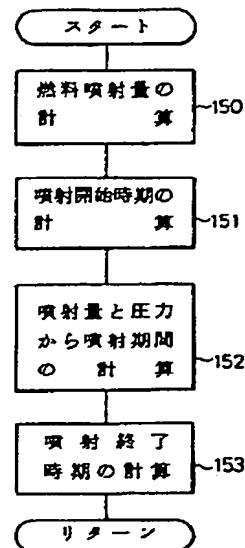
第5図



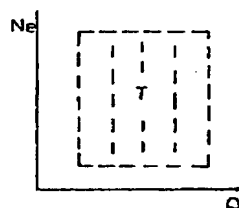
第 6 図



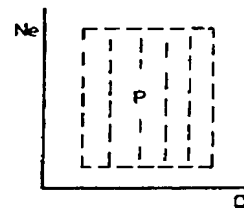
第 7 図



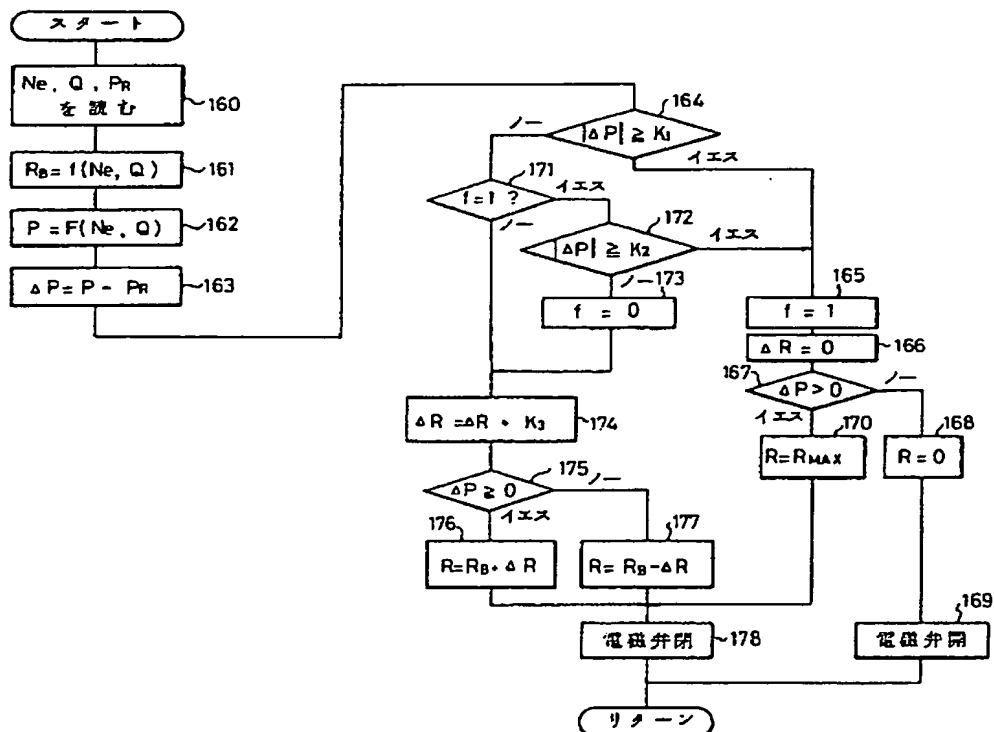
第 8 図



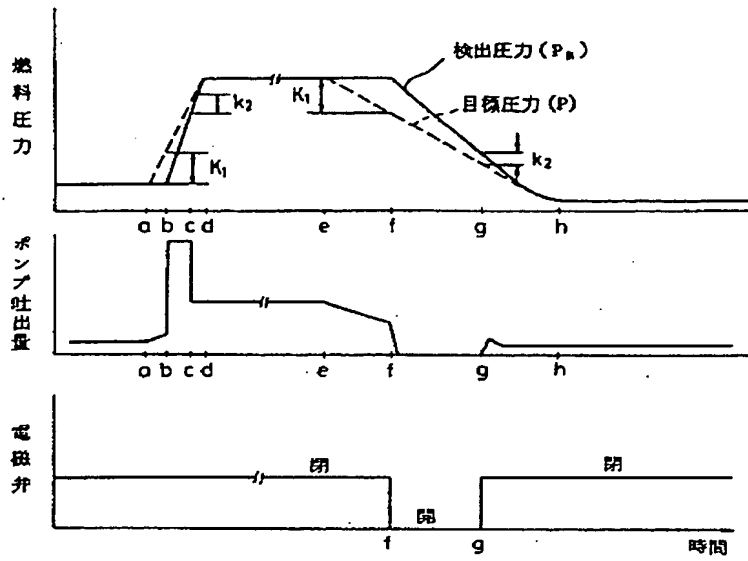
第 9 図



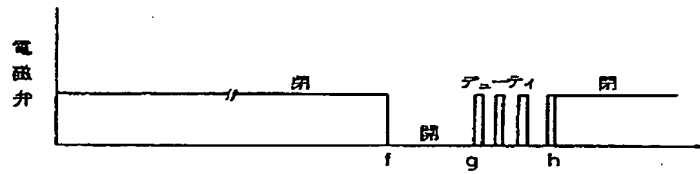
第 10 図



第 11 図



第 12 図



第 13 図